

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

①⑪ N° de publication :  
(A n'utiliser que pour  
le classement et les  
commandes de reproduction.)

2.122.307

①⑫ N° d'enregistrement national :  
(A utiliser pour les paiements d'annuités,  
les demandes de copies officielles et toutes  
autres correspondances avec l'I.N.P.I.)

71.01682

①⑬  
DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION

1<sup>re</sup> PUBLICATION

②② Date de dépôt ..... 19 janvier 1971, à 16 h 23 mn.  
④① Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — «Listes» n. 35 du 1-9-1972.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.) F 25 j 1/00//B 63 b 35/00; F 17 c 13/00.

⑦① Déposant : DENIS Louis Daniel Henri, résidant en France.

Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Cabinet L. A. de Boisse.

⑤④ Procédé et installation pour le stockage et l'acheminement d'un gaz combustible liquéfié.

⑦② Invention de :

③③ ③② ③① Priorité conventionnelle :

L'invention, qui concerne le domaine de la liquéfaction des gaz, est plus particulièrement relative à un procédé et à une installation pour le stockage et l'acheminement d'un gaz combustible liquéfié, par exemple dans l'équipement d'un bateau  
5 méthanier, dans lequel on utilise un gaz pratiquement inerte, par exemple de l'azote, pouvant être en contact avec le gaz combustible, ce gaz inerte pouvant exister également sous forme liquide dans l'installation.

Il arrive que, dans certaines installations cryogéniques, l'on souhaite liquéfier en alternance un gaz, ou un autre  
10 gaz, suivant les phases de l'exploitation de l'installation.

C'est le cas des navires transporteurs de gaz hydrocarbures liquéfiés, essentiellement des méthaniers. Dans ces navires, il existe plusieurs modes ou phases d'exploitation possibles comportant des variantes.  
15

Dans un premier mode, le navire se déplace à vide et l'exploitation a besoin de gaz inerte, le plus souvent de l'azote, pour placer et maintenir les citernes de gaz naturel liquéfié en atmosphère neutre avant l'arrivée au port de chargement.  
20 C'est pourquoi il existe à bord de ces navires des citernes d'azote liquide ou des générateurs de gaz inerte.

Dans un second mode, le navire est en chargement, et le même besoin d'azote liquide existe pendant les opérations, pour maintenir cette atmosphère neutre avant que le gaz méthane  
25 ne remplisse tous les volumes non occupés par le combustible.

Dans un troisième mode, le navire chargé quitte le port méthanier et se rend au port terminal. Pendant cette traversée, le navire consomme dans son appareil de propulsion le gaz naturel qui s'évapore des citernes, soit, par jour, de l'ordre de 0,1 à 0,3% du tonnage transporté. Il y a le plus souvent  
30 un bon équilibre entre l'évaporation et la consommation des chaudières ou moteurs de propulsion. S'il faut ralentir ou arrêter la marche du navire, il y a excès de gaz évaporé et les problèmes de son élimination se posent et se trouvent mal résolus actuellement.  
35

Un quatrième mode est l'approche du port terminal et le séjour en rade, machines arrêtées. Dans ce cas, il est impossible de brûler le gaz dans l'appareil de propulsion, parce que les besoins de la propulsion sont réduits ou nuls et l'élimination

du gaz évaporé pose des problèmes non encore résolus.

Un cinquième mode est constitué par le déchargement. Dans ce cas, l'on peut généralement évacuer le gaz évaporé à terre par des conduites prévues à cet effet.

- 5 Un sixième mode est le dégazage, c'est-à-dire l'envoi dans l'atmosphère du gaz contenu dans les citernes vides, accompagné par un remplissage d'azote et l'entrée ultérieure d'air atmosphérique.

- 10 Cette opération correspond à un certain besoin d'azote assuré par un générateur de gaz inerte ou par un stock d'azote liquide. Pour assurer toutes ces opérations, on peut prévoir à bord un stock d'azote liquide très important, de l'ordre de 1 t d'azote liquide par 1000 m<sup>3</sup> de citerne de gaz naturel.

- 15 Ainsi donc, l'on se trouve pour l'exploitation des méthaniers devant deux besoins que l'on cherchait jusqu'ici à satisfaire isolément; le premier est la production et/ou le stockage d'azote liquide.

- 20 Le second besoin est l'élimination du gaz naturel évaporé lors du ralentissement ou de l'arrêt prévu - ou imprévu - de la consommation de gaz naturel, lorsque l'appareil de la propulsion est ralenti ou s'arrête à l'arrivée au port ou en rade.

Ainsi qu'il a été dit plus haut, ce second besoin n'était pas ou mal satisfait.

- 25 L'invention repose sur la découverte qu'il est possible de satisfaire ces deux besoins conjointement et dans de bonnes conditions.

- 30 A cet effet, dans le procédé selon l'invention, utilisable dans le stockage et l'acheminement d'un gaz combustible liquéfié, avec un gaz pratiquement inerte en contact avec le gaz combustible, on liquéfie le gaz inerte à l'aide d'un appoint d'énergie, tout en pouvant exploiter à cet effet l'évaporation du gaz combustible, ou bien, on reliquéfie le gaz combustible évaporé tout en exploitant à cet effet l'évaporation du gaz inerte liquide, suivant les nécessités.

- 35 Quant à l'installation correspondante, notamment pour bateau méthanier, elle comporte une machine recevant un appoint d'énergie pour assurer alternativement les deux fonctionnements qui viennent d'être spécifiés, certains au moins des éléments de ladite machine étant utilisés aussi bien pour l'un des fonc-

tionnements que pour l'autre.

L'invention sera mieux expliquée et comprise en se reportant à la description qui va suivre d'un exemple de réalisation de l'invention, donné à titre non limitatif, avec référence aux dessins, qui montrent respectivement :

- à la figure 1, le plan général d'une installation selon l'invention, à bord d'un méthahier;
- à la figure 2, cette même installation, adaptée à la production d'azote liquide; et
- 10 - à la figure 3, cette même installation, adaptée à la reliquéfaction de gaz naturel.

Sur les figures 2 et 3, les circuits de tuyauterie en service sont marqués en trait fort, tandis que les autres, non opératoires par suite des robinets fermés, restent en trait fin.

Dans l'exemple représenté, l'installation comporte un groupe turbo-compresseur, constitué d'un compresseur alternatif ou rotatif 1 accouplé directement ou par des engrenages à une machine d'expansion alternative ou rotative 2, et à un moteur d'appoint d'énergie 3, ce moteur pouvant être thermique ou électrique, ou à vapeur, ou composé de plusieurs moteurs; de préférence, il fonctionnera au gaz naturel, par prélèvement sur celui transporté.

L'installation comporte plusieurs échangeurs dont on a représenté, en particulier, l'échangeur refroidisseur 4, à eau fournie par le réseau 5 de refroidissement du navire et l'échangeur refroidisseur 6 comportant ici quatre parcours de fluides 6a, 6b, 6c, 6d distincts.

L'installation comporte encore :

- 30 - un séparateur 7 d'azote liquide et un liquéfacteur de gaz naturel 8;
- des réservoirs de méthane liquide, qui sont représentés par le récipient 9; des réservoirs d'azote liquide, représentés par le récipient 10;
- 35 - une chaudière 11, alimentée au gaz naturel (les fumées résultant de la combustion sont évacuées par la cheminée 12);
- enfin, un ensemble de tuyauteries, de vannes (voir plus loin) et d'organes annexes.

Lorsqu'on veut produire de l'azote, l'on met en service le générateur d'azote gazeux 13, qui, partant des gaz de cheminée ( $\text{CO}^2 + \text{N}^2$ ) extrait le gaz carbonique pour conserver l'azote.

5 Le cycle engendré par la turbo-machine 1-2 peut être établi pour travailler, à l'aspiration du compresseur 1, à la pression atmosphérique. On peut également envisager un cycle à deux pressions, dont la pression basse sera plus élevée que la pression atmosphérique.

10 Dans ce cas, et, dans certains modes de fonctionnement, l'azote gazeux produit par le générateur 13 est comprimé par un surpresseur 14, mû par un moteur approprié 15.

Des vannes de sectionnement manuelles ou automatiques permettent de réaliser des circuits différents pour réaliser  
15 les fonctions de l'installation, ces vannes sont repérées de gauche à droite 16, 17 ... 33, 34. On n'a représenté que les vannes intéressant la présente description.

La vanne 26 ouverte permet d'alimenter directement la chaudière 11 en gaz évaporé, sans passer par l'échangeur 6  
20 lorsque la production d'azote est stoppée.

La vanne 27 ouverte permet d'alimenter des dispositifs d'utilisation en azote à l'état gazeux, pour les besoins du bord.

L'installation, comme il est dit plus haut, peut fonctionner d'au moins deux façons différentes :

25 Dans un premier fonctionnement, on produit de l'azote liquide. On admettra le cas d'un système frigorifique à pression basse plus élevée que l'atmosphère.

Pour réaliser cet objectif suivant figure 2, l'on ouvre les vannes 19, 20, 22, 24, 25, 28, 29, 31, 32, 33 et l'on  
30 ferme les vannes 16, 17, 18, 21, 23, 26, 30, 34.

On met en rotation la ligne d'arbres 1, 2, 3 et la ligne d'arbres 14, 15. On fait passer le gaz évaporé par la vanne 24 ouverte et le circuit échangeur 6d, où le gaz évaporé, vers  $-161,4^\circ\text{C}$ , abandonne ses "frigories" et sort vers  $40^\circ\text{C}$  pour  
35 alimenter la chaudière 11 par la vanne 25 ouverte.

L'on établit ainsi les conditions de fonctionnement d'une machine frigorifique à cycle d'azote, ce gaz étant délivré sous pression et refroidi dans le séparateur 7, d'où l'azote liquide est évacué vers le réservoir 10, et l'azote gazeux froid

sous pression est envoyé à l'admission de la turbine d'expansion 2.

L'installation est en régime quand elle liquéfie une quantité d'azote égale à l'azote produit par le générateur. La production d'azote liquide est facilitée par l'apport de froid 5 provenant du méthane évaporé dans les citernes 9 et cédé dans l'échangeur 6.

Cependant, l'installation peut aussi être calculée pour produire de l'azote liquide en l'absence de l'apport de 10 froid provenant de l'évaporation du méthane des citernes 9 (au cas où il ne s'y trouve pas encore ou plus de méthane liquéfié); dans ce cas, l'apport d'énergie par les moteurs 3 et 15 est à son niveau le plus élevé. Aussi, ces moteurs seront-ils établis pour pouvoir fonctionner à ce régime en allure continue sans 15 aucune surcharge.

Dans un deuxième fonctionnement, l'installation est agencée pour reliquéfier le gaz naturel évaporé provenant des citernes 9.

Pour réaliser cet objectif, suivant figure 3, on ouvre les vannes 16, 17, 18, 21, 23, 34, on ferme les vannes 19, 20, 22, 24, 25, 26, 28, 30, 32, 33.

La chaudière 11 et le générateur 13 sont stoppés.

L'on met en rotation les lignes d'arbres 1, 2, 3 et 14, 15. De l'azote liquide est envoyé du réservoir 10 (supposé 25 contenant déjà de l'azote liquide provenant d'une opération antérieure, ou d'une source extérieure) à l'élément de l'échangeur refroidisseur 6b et en sort par gravité, pression ou pompage. Cet appoint de froid permet de démarrer le cycle frigorifique de l'azote en circuit fermé.

L'installation atteindra son régime quand l'appoint de "frigories" par l'azote liquide et l'appoint d'énergie par le moteur 3 permettront de liquéfier tout le gaz évaporé provenant des citernes dans le condenseur 8, le liquide ainsi produit revenant à la citerne 9 par la vanne ouverte 17.

L'azote liquide est évaporé et se réchauffe dans le 35 circuit 6b de l'échangeur 6, il est renvoyé vers la cheminée à une température de l'ordre de 20-30°.

Ainsi l'installation réalisée selon l'invention permet d'accomplir deux fonctions très différentes, à savoir, produire

de l'azote liquide, et reliquéfier le gaz naturel évaporé des citernes du méthanier, en utilisant les mêmes éléments essentiels, c'est-à-dire la ligne de liquéfaction constituée par : le compresseur 1, la turbine 2, le moteur 3, l'échangeur 4, l'échangeur 6, une caractéristique importante de l'invention étant cette double fonction des éléments 1, 2, 3, 4, 6.

L'on augmente ainsi considérablement le rendement et l'économie de l'installation qui devient rentable à bord du méthanier, alors qu'une installation de production d'azote liquide, ou une installation de reliquéfaction de méthane, réalisée de façon classique l'une ou l'autre, ou l'une et l'autre isolément, ont une rentabilité discutée.

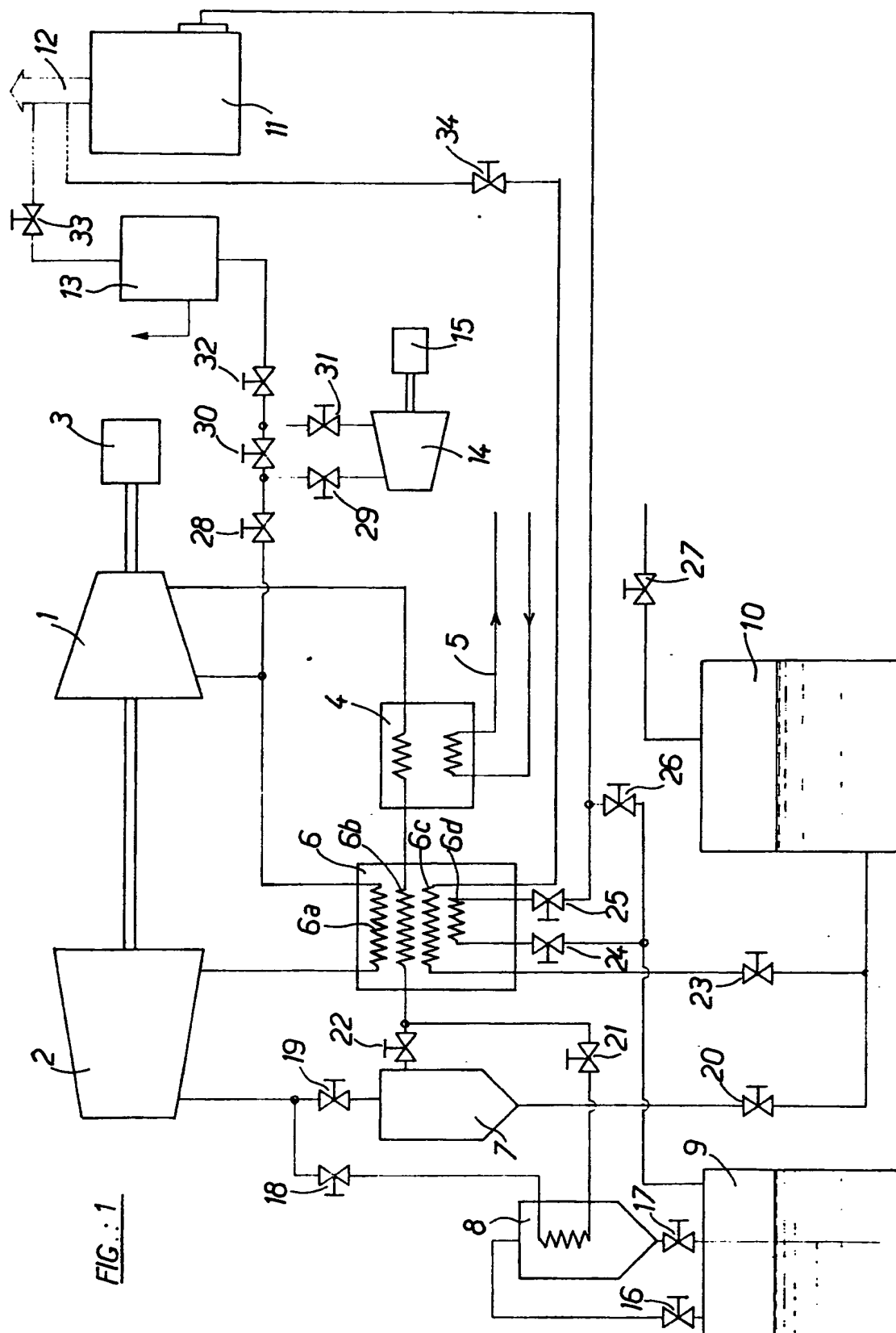
Bien entendu, l'invention a été ici décrite sous une forme schématique, mais suffisamment claire pour qu'un spécialiste puisse la réaliser sans difficulté. Des variantes peuvent être apportées au schéma, par exemple, l'échangeur 6 peut être réalisé en plusieurs éléments séparés groupés en série ou en parallèle et les éléments décrits et/ou illustrés peuvent être remplacés par d'autres techniquement équivalents, sans réduire la portée de l'invention.

## REVENDECATIONS

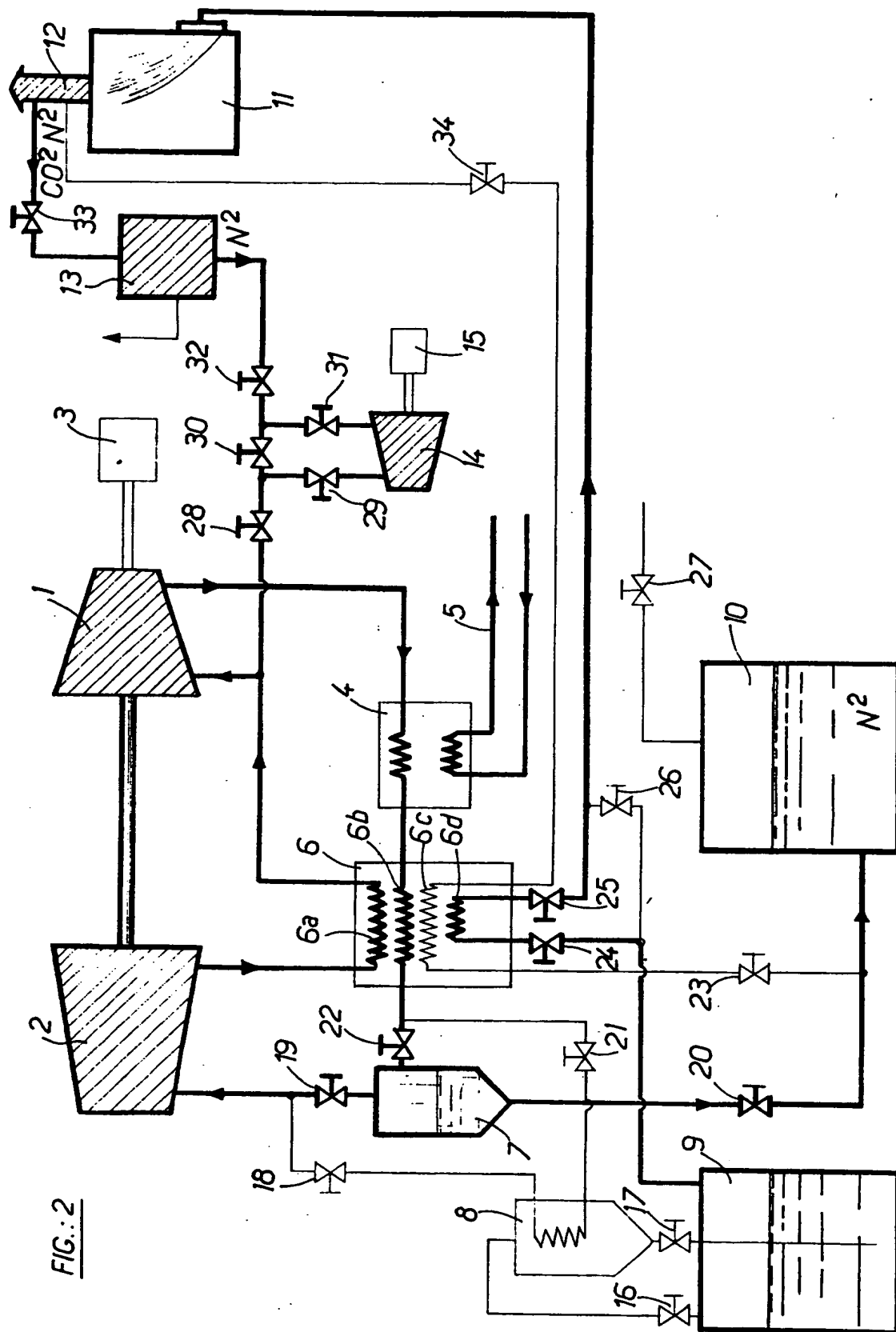
1. Procédé utilisable dans le stockage et l'acheminement d'un gaz combustible liquéfié, notamment de gaz naturel transporté dans un bateau méthanier, dans lequel un gaz pratiquement inerte peut être en contact avec le gaz combustible, caractérisé en ce qu'à l'aide d'un appoint d'énergie, on liquéfie le gaz inerte tout en pouvant exploiter à cet effet l'évaporation du gaz combustible ou bien on reliquéfie le gaz combustible évaporé tout en exploitant à cet effet l'évaporation du gaz inerte liquide, suivant les nécessités.
2. Installation de stockage et d'acheminement de gaz naturel liquéfié dans laquelle on utilise de l'azote pouvant être en contact avec le gaz naturel notamment sur un navire tel qu'un bateau méthanier, caractérisée en ce qu'elle comporte une machine recevant un appoint d'énergie pour assurer deux fonctionnements différents alternatifs, à savoir pour fabriquer de l'azote liquide tout en pouvant exploiter à cet effet l'évaporation du gaz naturel ou pour reliquéfier le gaz naturel évaporé tout en exploitant à cet effet l'évaporation de l'azote liquide, certains au moins des éléments de ladite machine étant de préférence utilisés aussi bien pour un fonctionnement que pour l'autre.
3. Installation selon revendication 2, caractérisée en ce que les éléments de l'installation utilisés pour les deux dits fonctionnements sont constitués par un moteur, alimenté par une source d'énergie extérieure, qui entraîne un groupe turbo-compresseur relié par un circuit fermé de circulation d'azote comprimé par le compresseur et se détendant dans la turbine dudit groupe, circuit qui traverse un échangeur de chaleur où passe également, dans l'un desdits fonctionnements, un courant d'azote provenant du réservoir d'azote liquide et, dans l'autre desdits fonctionnements, un courant de gaz naturel provenant du réservoir de gaz naturel liquéfié.
4. Installation selon revendication 3, caractérisée en ce que les éléments de l'installation utilisés pour les deux dits fonctionnements comprennent encore un échangeur de chaleur inséré dans ledit circuit fermé et où passe de l'eau fournie par le réseau de refroidissement du bateau.
5. Installation selon revendication 3, caractérisée



5 en ce que le gaz naturel étant brûlé dans une chaudière, l'azote destiné à être liquéfié est extrait des fumées résultant de la combustion de ce gaz naturel par élimination du gaz carbonique, puis comprimé par un surpresseur avant d'être injecté dans ledit circuit fermé.



**FIG.: 1**



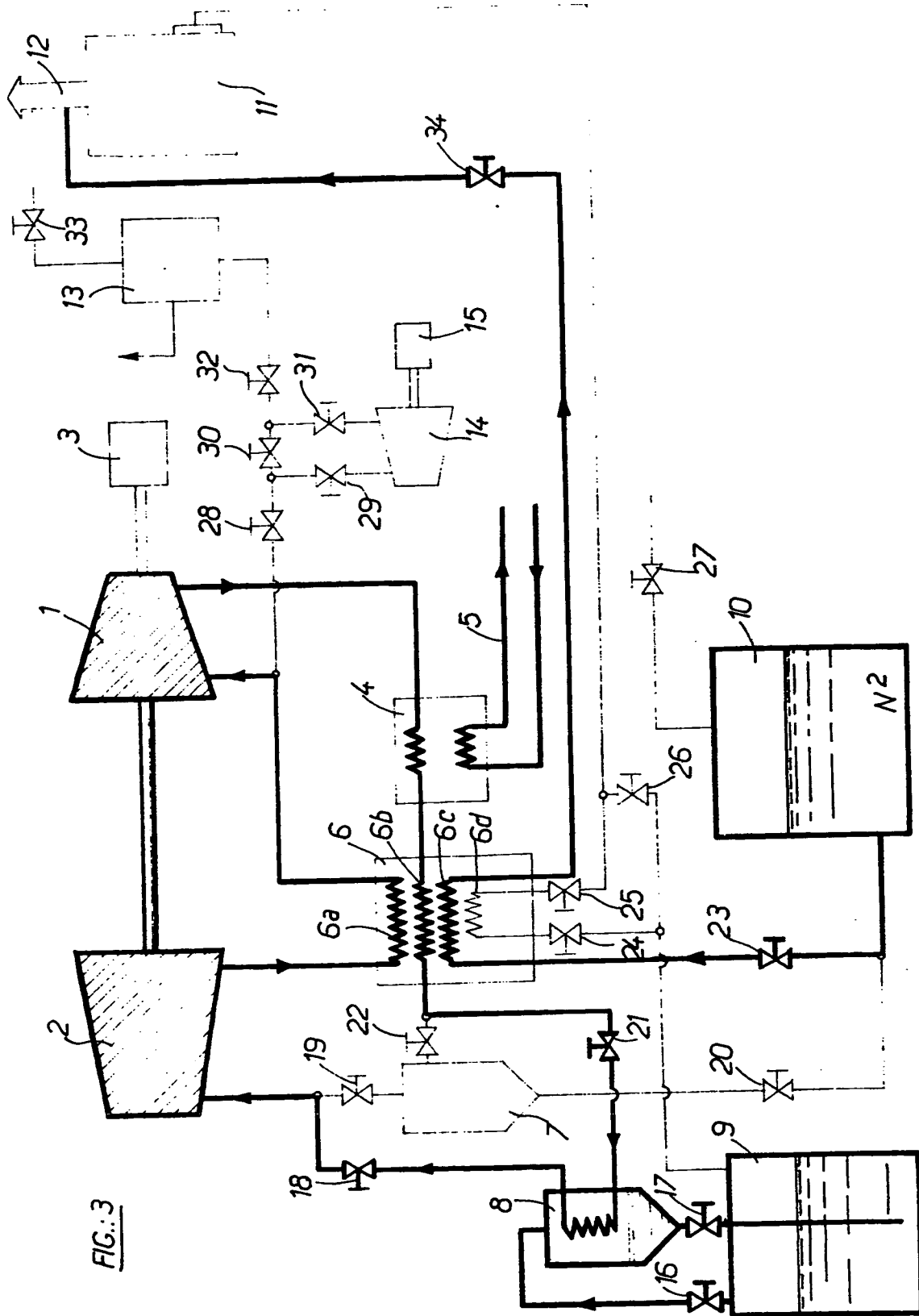


FIG. 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**This Page Blank (uspto)**